الدلالات الهيدروجيومورفية لظاهرة المطالع والمداخل غرب منطقة تلعفر

م.د. أحمد حسين حسين

مديرية تربية تلعفر

تاريخ الاستلام **تاريخ القبول**

٢٠١٨/١٢/١٦ ٢٠١٩/٤/٧

الملخص

تعد ظاهرة المطالع والمداخل من الظواهر الكارستية الفريدة والنادرة بخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وقد تمت دراسة العوامل والعمليات المسؤولة عن نشأة هذه الظاهرة، إذ تبين أن نشأة الظاهرة وتطورها تعود أساسا إلى العوامل الجيولوجية والظروف المناخية والطبوغرافية، فضلا عن دراسة الدلالات الهيدروكيميائية والجيومورفية من خلال العمل الحقلي والمختبري، وباستخدام الأساليب الرياضية المعتبرة، وتوصلت الدراسة إلى تحديد المجرى المائي الباطني واتصال المطالع والمداخل مع بعضها بعضا لمسافة تزيد على (٩ كيلومتر) باستخدام نشارة الخشب، وتم تحديد سرعة نشاط التحلل الكارستي التي بلغ معدلها في الصخور الكلسية ٢٨،٩ ملم /١٠٠٠ سنة، في حين بلغ المعدل ٤٣٣٦،١ ملم /١٠٠٠ سنة في الصخور الجبسية، وهي بذلك تضاهي مثيلاتها في مناطق الكارست النموذجية في العالم، وقد تبين ارتفاع تراكيز الانيونات والكاتيونات، إذ وصل تركيز كاتيون الكالسيوم إلى ٦١٢ ملغم/لتر ووصل تركيز انيون الكبريتات الى٣٠٠٠ ملغم/لتر.

المقدمة

تعد ظاهرة المطالع والمداخل من الظواهر الكارستية التي تنشأ بفعل مجموعة من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية، وتأتي العوامل الجيولوجية والمناخية والطبوغرافية في مقدمة العوامل التي تكون الظاهرة قيد الدراسة، والتجوية الكيميائية وما يتضمنها من عمليات التميؤ، والتكربن، والذوبان.

إن سرعة التحلل الكارستي تعتمد على مدى استجابة الصخور لعمليات التجوية التي تتطلب بدورها ظروف مناسبة تتمثل بدرجات الحرارة، والضغط الجزيئي، وسرعة جريان المياه، والاملاح، والمساحة وغيرها من العوامل المختلفة، وتبعا لذلك تختلف المظاهر الكارستية في اشكالها واحجامها، تنتشر ظاهرة المطالع والمداخل الكارستية في انحاء مختلفة من منطقة الدراسة، وتمت دراستها بشكل وافٍ من خلال الاستعانة بالفحص المختبري لمياهها، واستخدام المعادلات الرياضية للتوصل إلى نتائج علمية دقيقة .

مشكلة الدراسة :

تتلخص مشكلة الدراسة بعدم التطرق لهذه الظاهرة، وعدم وجود أية دراسات سابقة تبحث في أسباب نشأتها وتطورها، فضلا عن الافتقار إلى التقدير الكمي، لسرعة نشاط التحلل الكارستي الذي يسهم في معرفة الاتجاهات المستقبلية لتطور الظاهرة وآثارها على مختلف النشاطات البشرية.

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى تحديد مواقع الظاهرة في المنطقة، وتتبع المجرى المائي الباطني، ومعرفة اتصاله بين المواقع المختلفة من عدمه، فضلا عن بيان العوامل والعمليات المؤثرة في الظاهرة، ومن ثم التقدير الكمي لسرعة التحلل الكارستي، وأخيرا معرفة أهم الانيونات والكاتيونات وتراكيزها في مياه المجرى الباطني التي تظهر ضمن المطالع.

فرضيات الدراسة:

تفترض الدراسة أن نشأة الظاهرة وتطورها مرتبطة بالعوامل الطبيعية من الجيولوجيا والمناخ والطبوغرافيا، وذلك من خلال العمليات الكارستية (التجوية الكيميائية) من ذوبان وتميؤ وتكربن،وهي المسؤولة عن إعطاء الخصائص الهيدروكيميائية للمياه، فضلا عن فرضية وجود معدل عالي لسرعة نشاط التحلل الكارستي .

أسلوب الدراسة:

تم اعتماد العمل الحقلي والمختبري بالدرجة الأساسية للتوصل إلى النتائج المرجوة، وذلك من خلال استخدام نظام (GPS)، لتحديد مواقع الظاهرة،والتقاط الصور الفوتوغرافية، فضلا عن استخدام نشارة الخشب للتأكد من اتصال وارتباط المطالع والمداخل في المواقع المتعددة ضمن المنطقة، وجمع نماذج من المياه المتدفقة عبر المطالع وتحليلها مختبريا، لتبيان خصائصها الهيدروكيميائية، وقد سبقت هذه الخطوات جمع الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والمرئيات الفضائية، فضلا عن جمع البيانات المناخية، وكل ماله علاقة بموضوع الدراسة.

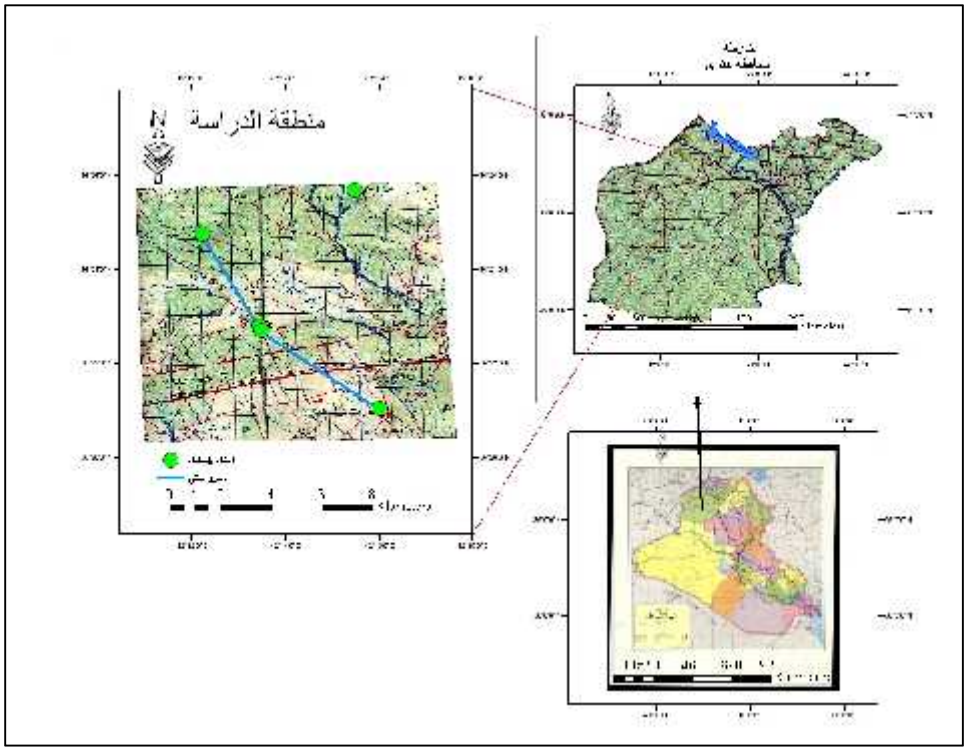
منهجية الدراسة:

تم إتباع المنهج الموضوعي لتتبع الظاهرة من جميع جوانبها من خلال دراسة خصائصها والعوامل والعمليات المؤثرة في نشأتها، فضلا عن تطبيق المنهج التحليلي الكمي باتباع الأساليب الرياضية، لمعرفة سرعة التحلل الكارستي،والتحليل الهيدروكيميائي للمياه، بغية التوصل إلى نتائج دقيقة، بعيدا عن أسلوب التخمين،أو الدراسة الوصفية للظاهرة.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بمساحتها البالغة (٩٨،٩ كم^{٢}) كما يتضح من الخارطة (١) شمال غرب العراق، ضمن محافظة نينوى الى الغرب من مدينة تلعفر، تنحصر فلكيا بين قوسي طول (٤٩" ١٠' ٤٢° – ٣٩" ١٧' ٤٢°) شرقا، ودائرتي عرض(٢٤" ٢٠' ٣٦°– ٤٢ ٢٥' ٣٦°) شمالا.

الخارطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق ومحافظة نينوى



المصدر: الخارطة الطبوغرافية تلعفرJ-38-S-SW، مديرية المساحة العسكرية، ط٢، ١٩٩٢.

اولا:- مفهوم ظاهرة المطالع والمداخل الكارستية:

تعد ظاهرة المطالع والمداخل من المظاهر الجيومورفية الكارستية النادرة المركبة والمعقدة،نتيجة تداخل متغيرات كثيرة، والعلاقات المكانية المتعددة في نشأتها(*)، وتتمثل كما يتضح من الصورة (١) بخروج المياه الجوفية وتحولها من مجارٍ مائية باطنية الى مجارٍ سطحية عن طريق فتحات دائرية الشكل على الأغلب، ثم ما تلبث أن تختفي مرة ثانية بعد مسافة تتراوح بين (١٠٠- ٢٠٠متر)، وقد تظهر بعد عدة كيلومترات وتختفي مرة ثانية بالطريقة نفسها وهكذا تستمر هذه الظاهرة وتتكرر لمرات عديدة ويتميز المجرى المائي الظاهري بجوانب ذات انحدار بسيط .

الصورة (١) ظاهرة المطالع والمداخل في قرية تل مطر

المصدر: عدسة الباحث بتاريخ ١/١٧ /٢٠١٨،(20 = 23- 36° شمالا – =٣١ -١٣ ٤٢° شرقا)

تتميز هذه الظاهرة عن الوديان او المجاري العمياء بعدم وجود مجرى مائي سطحي كما في الحالة الثانية التي قد يختفي فيها المجرى ويتحول إلى مجرى باطني ثم تظهر بعد مسافة معينة مثلما يحدث في النهر المفقود في ولاية انديانا إذ يتحول إلى مياه جوفية لمسافة (١٣كيلومتر) ثم يعاود الظهور مرة ثانية فوق سطح الأرض، وكذلك نهر ريكا بالقرب من مدينة تريستا الايطالية الذي يبلغ مجراه الباطني (٢٨ كيلومتر)(١)، ومن جانب آخر فان ظاهرة تكرار اختفاء المجرى وظهوره لا يتكرر إلا نادرا بعكس ظاهرة المطالع والمداخل التي تتميز بكثرة ظهور واختفاء المجرى المائي، وعليه يلاحظ بان المجاري العمياء هي مجاري سطحية تتحول إلى مجاري باطنية لمسافة محددة ثم تكمل مسيرتها بعد ذلك فوق سطح

الأرض بعكس الظاهرة المرصودة التي هي عبارة عن مجاري باطنية تتحول إلى مجاري سطحية لمسافات قصيرة جدا ثم تكمل مسيرتها تحت السطحية.

أما تباينها عن مظهري الاوفالا والبولجي فهو الانحدار البطيء لجوانبها بعكس المظهرين الآخرين التي تنشأ عن تلاحم الهوات المتعددة (الهوات المركبة) وجوانبها المنحدرة انحدارا شديدا والتي قد تصل إلى ٩٠درجة وهما عبارة عن أحواض طولية تصل إلى عدة كيلومترات، في حين ان ظاهرة المطالع والمداخل لا تتجاوز ٢٠٠ متر.

ثانياً :- العوامل الطبيعية المؤثرة في الظاهرة:

١- جيولوجية منطقة الدراسة:

تضمنت دراسة جيولوجية منطقة الدراسة التعرف على التتابع الطباقي والصخري للتكوينات الجيولوجية، ان دراسة هذه التكوينات تساعد على توضيح الكثير من الخصائص التي تسهم في نشأة الظاهرة وتطورها، لذا سيتم دراسة الطباقية والتراكيب الخطية وتأثيرهما على الظاهرة:-

أ- الطباقية

تظهر في المنطقة كما يتضح من الخارطة (٢) مجموعة من التكوينات والترسبات التي تمتد بالعمر الزمني من عصر المايوسين الاوسط من الزمن الجيولوجي الثالث حتى عصر الهولوسين من الزمن الجيولوجي الرابع.

يعد تكوين الفتحة أقدم التكاوين الظاهرة في المنطقة الذي يتكون من تعاقب دوري لصخور الجبس والمارل والكلس والاطيان ضمن دورات ترسيبية متعددة، وتكون الطبقات الجبسية هي الأكثر انتشارا وسمكا.

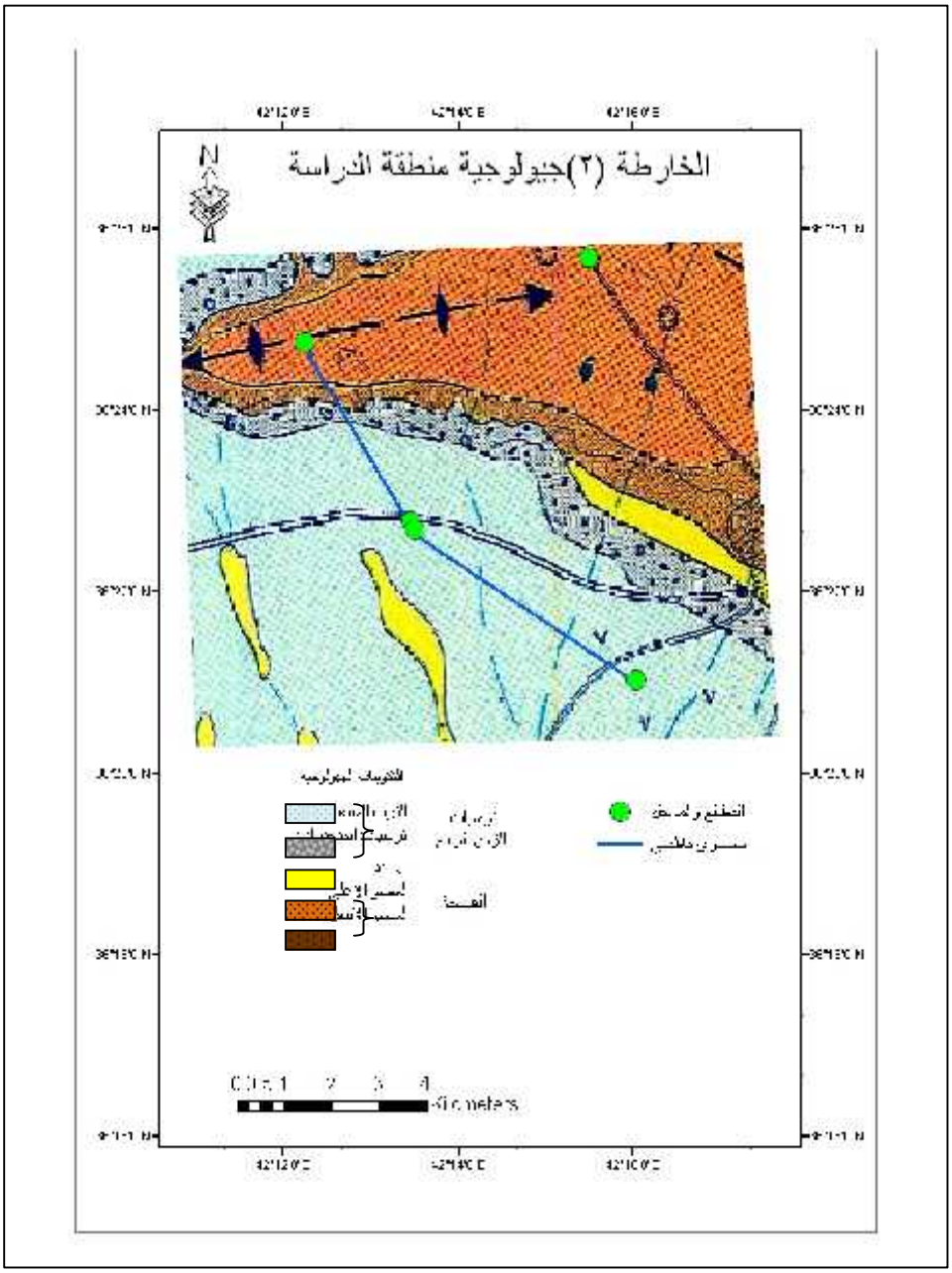
يظهر هذا التكوين في الشمال الشرقي من المنطقة ضمن طية سعسان المحدبة، ويتمثل دوره في احتوائه على الصخور القابلة للذوبان ولاسيما الصخور الجبسية والكلسية، ومن ثم المساهمة في تشكيل ظاهرة المطالع والمداخل.

أما تكوين انجانة فيظهر على شكل السنة متداخلة ضمن الترسبات الحديثة، ويشغل أجزاء صغيرة ضمن المنطقة، ويتكون من الترسبات الدورية للحجر الرملي والطيني ولم يتم ملاحظة وجود الظاهرة ضمن هذا التكوين.

تعد الترسبات الحديثة التي تتكون من ترسبات المنحدرات، وتتألف عموما من الفتاتيات الصخرية ذات الخصائص الشكلية والحجمية المختلفة والترب المتبقية، وهي ترب جبسية وكلسية، فضلا عن الترسبات الطينية والغرينية والرملية.

تكمن أهمية الترسبات الحديثة في انكشافه على السطح، مما يعرضه إلى عوامل التعرية المختلفة، وأهمها عوامل التعرية المائية، وأن تحلل المواد اللاحمة للترسبات المتنوعة تضعف

تماسكها ومن ثم تعريتها، وكشف المجاري المائية الباطنية القريبة عن السطح في المناطق التي يقل سمكها.إذ إن وجود طبقة سميكة من الصخور الجبسية تحتها، والتي تتأثر بشكل كبير بعملية الذوبان، ويعد عاملا مهما في تشكيل الظاهرة.



المصدر: الخارطة الجيولوجية لمنطقة الموصل(NJ38/13)،المسح الجيولوجي والتحري المعدني، بغداد،١٩٩٥

ب- التراكيب الخطية

تؤدي التراكيب الجيولوجية الثانوية من الفواصل والشقوق دورا بالغ الأهمية في تغذية المجاري الباطنية أثناء تساقط الأمطار ،فضلا عن أنها تمثل مسارات الضعف الصخري التي تساهم في نشأة وتطور القنوات تحت السطحية وتشكيل المجاري المائية الباطنية التي بدورها تزيد من سرعة حركة المياه الجوفية وبالتالي زيادة عمليات الإذابة، وتعد منطقة الدراسة وكما يتضح من الصورة (٢)غنية بأنظمة الفواصل والشقوق التي تتباين بكثافتها وأطوالها واتجاهاتها وأقطارها مما تزيد من سرعة تطور الظاهرة.

الصورة (٢) الفواصل والشقوق

المصدر: عدسة الباحث بتاريخ ١٠ /١ /٢٠١٨،(19 ̿ 22 ̿ 36° شمالا– 21 ̿ 13 ̿ 42 ̊ شرقا)

٢- المناخ

تعد الظروف المناخية من العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على الظاهرة من خلال تغذية المجرى المائي الباطني وكونها المسؤولة عن معظم العمليات الجيومورفية التي تعمل على نشأة الظاهرة .

بلغ معدل التساقط السنوي (٣٢٣،٨ملم) لمدة الرصد في محطة تلعفر(١٩٨٠-٢٠١١) وتشكل الأمطار الشتوية نسبة ٥٠% من مجمل التساقط في حين تبلغ الأمطار الربيعية

حوالي ٣٣% وتتوزع١٧% على أشهر الخريف . تشير المعطيات المناخية اليومية إلى ميزة الشدة المطرية،إذ تتعرض المنطقة إلى زخات مطرية شديدة عبر أوقات زمنية قصيرة.

بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة (٢٠،٩م°)،سجل شهر كانون الثاني أدنى معدل إذ بلغ (٧،٤م°)، في حين بلغ المعدل أقصاه في شهر تموز إذ سجل (٣٤،٩م°)، ان انخفاض درجات الحرارة إلى أدنى معدلاتها في أشهر التساقط المطري يعد ذات أهمية كبيرة في انخفاض قيمة التبخر وبالتالي ارتفاع التغذية المائية الجوفية وهي بدورها المسؤولة عن عملية الإذابة للصخور.

وبلغ المعدل السنوي للتبخر/النتح (١٦٧ملم) لينخفض الى (٣١،١ملم) في شهر كانون الثاني بسبب إلى قصر النهار وقلة ساعات السطوع الشمسي وانخفاض درجات الحرارة، فضلا عن انخفاض سرعة الرياح الى (٤م/ثا)، في حين بلغ المعدل اقصاه في شهر تموز وسجل (٣٤٢،٩ملم) بسبب طول النهار وارتفاع عدد ساعات السطوع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة فضلا عن سرعة الرياح التي بلغت معدلها (٥،٢م/ثا).

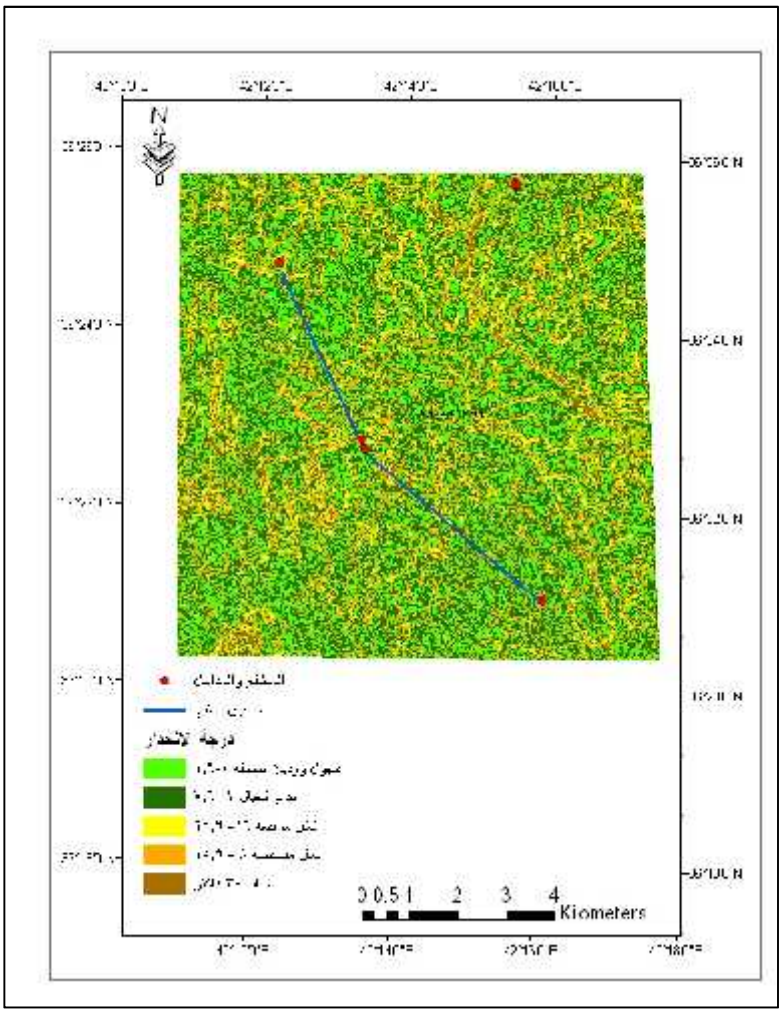
وتبعا للمعطيات المناخية واعتمادا على تصنيف كوبن فان مناخ منطقة الدراسة يعد مناخا شبه جاف (Bsh)، وهي بيئة مثالية لتنشيط الظواهر الكارستية حيث أن الظروف المناخية المتمثلة بفصلية التساقط وشدته وتزامنه مع انخفاض درجات الحرارة والتبخر والرياح تساهم بزيادة تغذية المجاري المائية الباطنية وزيادة عملية الذوبان وتوسيع القنوات، تسهم العوامل المناخية مع بقية العوامل الاخرى وخاصة الخصائص الصخارية في بروز ظاهرات عديدة منها ظاهرة المطالع والمداخل الكارستية وتطورها في المنطقة .

٣- الخصائص الانحدارية

تحدد الخصائص الانحدارية امكانية وطبيعة العمليات الجيومورفية، ولذلك تمت دراسة الخصائص الانحدارية للمنطقة اعتمادا على تصنيف (Zink) الذي يتضمن خمسة مستويات للانحدار والتضرس الارضي[٢]، وتبين ان الصنف الاول (سهول ووديان ضحلة) وكما يتضح من الخارطة (٣) يحتل٢٩% من منطقة الدراسة وطبيعة التضرس الارضي هو مسطح-مستوي، في حين ان الصنف الثاني (اقدام الجبال) يشكل ٣٨% وهو عبارة عن تموج خفيف ، اما الصنف الثالث (تلال منخفضة) فقد بلغت نسبته ١٩% ويتمثل بالاراضي المتموجة بينما الصنف الرابع(تلال مرتفعة) شكل ٩% اما الصنف الخامس (الجبال) فقد بلغت نسبته ٢%.

ومن خلال اسقاط مواقع ظاهرة المطالع والمداخل تبين ان معظمها تقع ضمن الصنف الاول والثاني وهذا يعني ان الاراضي المنحدرة انحدارا بسيطا وضمن المناطق السهلية والمتموجة تموجا خفيفا تعد من اكثر الاماكن ملائمة لنشأة الظاهرة .

الخارطة (٣) انحدار منطقة الدراسة



المصدر: Stam Marin,E.D,(1999),GIS Solution in Natural Resource Management, Tenwable Natural Resource Foundation and National Academy of Sciences - National Research Council, Washington.p.88

ثالثاً :- العمليات الجيومورفية المؤثرة في ظاهرة المطالع والمداخل

تنشأ الظاهرة بفعل عمليات التجوية الكيميائية التي تتضمن عمليات محددة، تتباين فيما بينها تباينا واضحا في نوع التغيرات التي ترتبط بها والمواد التي تنتج عنها، واهم هذه العمليات هي[٣]:-

١- عملية التميؤ (Hydration)

تشمل هذه العملية اتحاد الماء مع بعض المعادن كالانهايدرايت ($CaSO4$)،مكونا ما يسمى بالمعادن المائية كما في المعادلة الاتية:-

$$CaSO_4+2H_2O \rightarrow CaSO4.\ 2H_2O$$

جبس← ماء + انهايدرايت

إن تحول الانهايدرايت إلى الجبس عملية ضرورية وتمهد لعملية لاحقة هي عملية الذوبان للصخور الجبسية الاكثر انتشارا في منطقة الدراسة، التي تعد حجر الاساس في نشأة الظاهرة.

٢- عملية التكربن(Carbonation)

تبدا هذه العملية مع تساقط الامطار التي تذيب جزءا من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) الموجود في الجو اثناء اجتيازها طبقات الغلاف الغازي، فتكون النتيجة نوعا من حامض الكربونيك المخفف كما في المعادلة الاتية:-

$$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$$

ماء غاز ثنائي اوكسيد الكاربون حامض الكاربونيك

وعلى الرغم من أن حامض الكربونيك مخفف غير أنه محلول شديد الفعالية في اذابة المواد الكلسية . لذا فان هذه العملية مقدمة لعملية الإذابة للصخور الكلسية المنتشرة في المنطقة التي تؤدي إلى نشأه الظاهرة المدروسة.

٣- عملية الذوبان (Solution)

تعني هذه العملية قابلية المكونات المعدنية للصخور على الذوبان، والتحلل في المياه،وتتباين المعادن في القابلية على الذوبان، نتيجة لعوامل مختلفة[٤]، ونظرا لسيادة الصخور الجبسية، وانتشار الصخور الكلسية بالمرتبة الثانية في التكاوين الجيولوجية للمنطقة، لذا سيتم دراسة أهم العوامل المؤثرة في إذابتهما، وهي على النحو الآتي:-

أ- العوامل المؤثرة في اذابة الصخور الجبسية.

تتميز الصخور الجبسية بقابليتها العالية للذوبان، وتتوقف سرعة ذوبانها على ما يأتي:-

١- درجة الحرارة

لدرجات الحرارة تأثير فعال على تنشيط عملية الإذابة ضمن الصخور الجبسية،فإذا ارتفعت درجة الحرارة من (١٥م^{O}) إلى (٢٣م^{O}) فان سرعة استجابة الجبس للذوبان تزداد بمقدار (٣،٢٥) مرة، وتصل الذروة في الذوبان عند درجة حرارة (٣٧م^{O})[٥].ومن خلال قياس درجة حرارة المياه عند المطالع وجد أن معدل الحرارة بلغ (٢٢م^{O})، وهذا يعد مثاليا لإذابة الصخور الجبسية[٦].

٢- سرعة جريان الماء

عندما يتحرك الماء على امتداد سطح الكتلة الجبسية فان هذه الحركة، وما تنطوي عليها من زخم ستعمل على تكوين منظومة قوى اضافية بعضها عمودي على اتجاه الجريان والبعض الاخر باتجاه الجريان، فمعدل تحلل الجبس يزداد بزيادة سرعة التيار المائي ؛ لذا نجد ان المادة الجبسية تستمر بالتحلل ما دام الجريان مستمرا .بلغ معدل سرعة جريان المياه في المطالع والمداخل الكارستية (٥ متر/ ثا)،وهي سرعة كبيرة تسهم في زيادة التحلل الجبسي، ومن ثم زيادة سرعة التحلل الكارستي.

٣- المساحة

يزداد ذوبان الجبس مع زيادة المساحة المعرضة لجريان المياه، فمن البديهي أن أية مادتين لا تتفاعلان كيميائيا إلا إذا تلامست أسطحهما وامتزجتا، ومن ثم فان زيادة مساحة أوجه الأجسام الصخرية المعرضة للتفاعل أدعى إلى زيادة نشاط هذه العمليات، وسرعة الاستجابة لها.

٤- وجود الاملاح

غالبا ما يتضافر وجود الاملاح مع ارتفاع درجات الحرارة في تسريع عمليات الإذابة في الصخور الجبسية، فمعدل ذوبان الجبس بالماء النقي يبلغ (٢،٥ملغم/لتر) في درجة حرارة (١٠م^{O})، في حين يصل معدل الإذابة إلى (٦،٤ملغم/لتر) عند احتواء الماء على تركيز كلوريد الصوديوم بمقدار (٣،٥%) عند درجة حرارة (٢١م^{O})[٧].

ان قابلية ذوبان الجبس($CaSO_4$) أسرع من الكالسايت($CaCO_3$) بمقدار يتراوح بين (١٥٠ – ٧٥٠٠) مرة[٨]، وتنعكس هذه القابلية على سرعة تشكل وتطور ظاهرة المطالع والمداخل ؛ إذ إن هبوط سطح الأرض، وتوسيع الشقوق والفواصل وتكوين القنوات لا يتجاوز عدة ملليمترات عبر (١٠٠) سنة في الصخور الكلسية، في حين أن هذا المعدل يصل إلى متر في الصخور الجبسية[٩].

ب- العوامل المؤثرة في إذابة الصخور الكلسية

هناك عاملان رئيسان يؤثران في إذابة الصخور الكلسية، وهما :-

١- حامض الكربونيك

يعد حامض الكربونيك المخفف الناتج عن عملية التكربن الاساس في عملية الاذابة للصخور الكلسية وفق التفاعل الاتي[١٠]:

$$CaCO_3 + H2CO_3 \rightarrow Ca(HCO3)$$

بيكاربونات حامض كاربونات

الكالسيوم الكربونيك الكالسيوم

مؤديا إلى ذوبان الصخور الكلسية وارتشاحها وخاصة في مناطق الضعف المتمثلة بالفواصل والشقوق، وأسطح التطبق.

٢- غاز ثنائي اوكسيد الكاربون

تتوقف درجة استجابة الصخور الكلسية للذوبان على نسبة تركيز(CO2)، ففي ظل درجة حرارة قدرها (١٥م^{O}) فان لترا واحدا من الماء المقطر قادر على اذابة (١٤ملغم) فقط من كاربونات الكالسيوم، في حين ان الماء المشبع بثنائي اوكسيد الكاربون يتمكن من اذابة (١٠٠٠غم) من كاربونات الكالسيوم[١١]، وتتوقف فعالية غاز ثنائي اوكسيد الكاربون، وتركيزه في إذابة الصخور الكلسية على ما يأتي:

أ- الضغط الجزيئي

تتناسب عملية الإذابة تناسبا طرديا مع الضغط الجزيئي لغاز ثنائي اوكسيد الكاربون، فعندما يبلغ الضغط الجزيئي (٣٠) باسكال وفي درجة حرارة (١٦،١م^{O}) فانه قادر على إذابة (٦٣ملغم/لتر)،وعندما يرتفع إلى (٣٠كيلوباسكال)،ودرجة الحرارة نفسها فان قابليته للإذابة تصل إلى (٧٠٠ملغم/لتر) [١٢].

ب- درجات الحرارة

يزداد تركيز الغاز في المياه مع انخفاض درجات الحرارة، وعليه فان المياه الباردة اكثر قدرة على الاذابة، فالمياه في درجة حرارة (صفر م^{O}) لها قابلية على اذابة الصخور الكلسية بمقدار الضعف عن تلك المياه التي هي في درجة حرارة (٢٠م^{O})[١٣]، لذا يعزى قلة وجود ظاهرة المطالع والمداخل في الصخور الكلسية في المنطقة بالدرجة الاساس إلى ارتفاع درجات الحرارة للمياه في المجاري المائية الباطنية التي تصل إلى (٢٢م^{O})، فضلا عن العوامل الأخرى التي تم ذكرها .

رابعاً :- الدلالات الهيدروكيميائية لظاهرة المطالع والمداخل

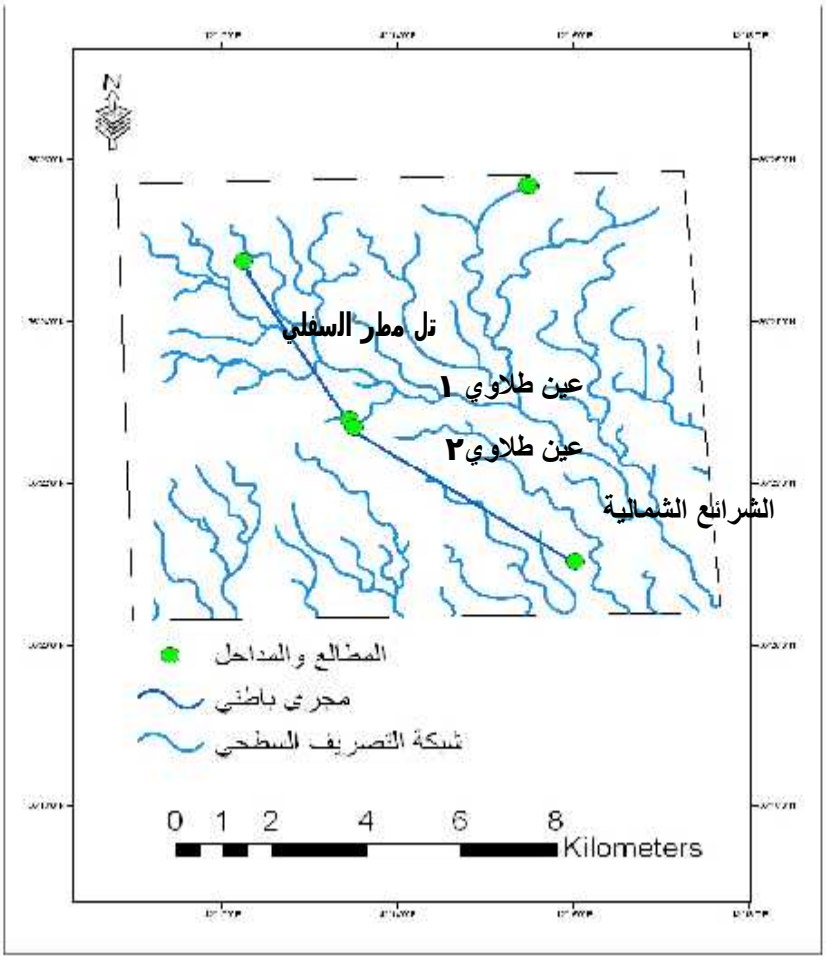
تعطي الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الكثير من الدلالات عن طبيعة تراكيز الانيونات والكاتيونات السائدة فيها، ودورها الفعال في تحديد طبيعة العمليات والنشاط الكارستي وسرعته ضمن اجزاء الظاهرة، اذ تعد هذه الخصائص انعكاسا لطبيعة العلاقات المكانية المعقدة بين المتغيرات المؤثرة في الظاهرة.لقد تم تحليل عينات المياه المأخوذة من أربعة مواقع للمطالع كما مبين في الخارطة (٤)، وتبين ارتفاع تراكيز الانيونات والكاتيونات كما يتضح من الجدول (١) في جميع المواقع لا سيما ايوني الكالسيوم والكبريتات.

الجدول (١) الخصائص الهيدروكيميائية لمياه المطالع والمطالع

الاسم	HCO_3	CL	SO_4	K	Na	Mg	Ca	PH	Ec	TDS	TH
تل مطر السفلى	١٤٠	٣٠	١٦٣٧	٣	٣٧	٣٨٤	٨٨	٧,٣	٢٥٠٠	٢٣٥٦	١٧٩٤
عين طلاوي١	٥٦	٦٧	٤٣٣٠	١٣	٧٠	١١٢	٤٥٧	٧,٢	٢٩٨٠	٢٠٨٦	١٦٤٠
عين طلاوي ٢	١٥٣	٢٣	١٥٣٦	١٦	٤٠	٦٣	٦١٢	٧,٣	٢٥٤٦	٢٣٦٩	١٧٨٨
الشرائع الشمالية	٨٩	١٧٨	٣٠٠٠	٢	٧٧٣	١٤٤	٥١٢	٧,١	٥٥٩٠	٤٦٩٠	١٨٧٠

المصدر: التحليل المختبري من قبل الباحث بتاريخ ٢٠١٨/١٠/١٥

الخارطة (٤) مواقع المطالع والمداخل في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARCGIS10.5،واعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي ٣٠ متر.

وفيما يأتي أهم العناصر التي تم تحليلها، والنتائج المستخلصة من التحليل :

١- الأس الهيدروجيني

يمكن تصنيف الدالة الحامضية ضمن صنف ضعيفة القلوية، إذ بلغ معدلها (٧،٢)، ويعود ذلك إلى وجود ايونات البيكاربونات الموجودة ضمن التكوينات الجيولوجية التي يسود بها معدن الكالسايت .

٢- التوصيلية الكهربائية

لوحظ ارتفاع تراكيز التوصيلية الكهربائية، إذ تراوحت بين (٢٥٠٠ – ٥٥٩٠ مايكروموز/سم)، يعود ارتفاع القيم إلى ذوبان الصخور الجبسية والكلسية، وتحرير الايونات التي تتكون منها،

كما ان هناك دلالة أخرى تتمثل بارتفاع التراكيز مع اتجاه جريان المياه (من الشمال الى الجنوب)، فمع زيادة المسافة التي تقطعها المياه في القنوات تحت السطحية تزداد فعالية الإذابة والايونات المذابة.

٣- الاملاح المذابة الكلية

تتراوح الأملاح المذابة الكلية بين (٢٠٨٦ - ٤٦٩٠ ملغم/لتر)، إن ارتفاع التراكيز يعود إلى الأملاح القابلة للذوبان كالجبس والكلس، والى فعالية عملية الذوبان، لتوفر متطلباتها من توفر المياه والطبيعة الجيولوجية.

٤- العسرة الكلية

تعتمد العسرة الكلية على تراكيز ايوني الكالسيوم والمغنيسيوم[١٤]،أن تباين التراكيز في مواقع الظاهرة بين (١٦٤٠-١٨٧٠ملغم/لتر) يعزى الى طبيعة العمليات الجيومورفولوجية، وانتشار الصخور الكلسية التي تعد المصدر الأساسي للايون الكالسيوم.

٥- المغنيسيوم

تراوحت تراكيز هذا الايون بين (١١٢- ٣٨٤ملغم/لتر)، تعد عملية الذوبان لصخور الدولومايت فضلا عن تأثير الرواسب الحديثة المشتقة من تكوين الفتحة ومنها الحجر الكلسي.

٦- الصوديوم

تراوح معدل الايون بين (٣٧-٧٧٣ملغم/لتر)، أن تجوية المعادن الطينية، مثل المونتمورلونايت، وذوبان الصخور الملحية كالهالايت تعد المصدرين الأساسيين لهذا الايون.

٧- البوتاسيوم

تراوح تراكيز ايون البوتاسيوم بين (٢-١٦ ملغم/لتر)، يلحظ انخفاض قيم الايون على الرغم انه اكثر انتشارا من الصوديوم في الصخور الرسوبية، ويعود سبب ذلك الى ان معادن البوتاسيوم- الفلدسبار التي تكون مصدر البوتاسيوم تقاوم التجوية الكيميائية اكثر من معادن البلاجيوكليس- الفلدسبار الغنية بالصوديوم، لذا يكون تركيز البوتاسيوم اقل من الصوديوم.

ان تحلل الاسمدة الفوسفاتية المركبة (N.P.K) تمثل مصدرا اضافيا للايون، واليها يعزى تباين قيم الايون في المنطقة، فضلا عن صخور المتبخرات والمعادن الطينية.

٨- الكبريتات

يرتفع تركيز هذا الايون إلى مستويات مرتفعة،ويتراوح بين (١٥٣٦-٤٣٣٠ملغم/لتر)،ويعزى سبب الارتفاع إلى التكوينات الجيولوجية الحاوية على صخور المتبخرات (الجبس والانهايدرايت)،فضلا عن المواد العضوية المتحللة والأسمدة الكيميائية المستخدمة في الزراعة.إن ارتفاع القيم يعطي دلالة واضحة على زيادة عملية الذوبان للصخور الجبسية وزيادة النشاط الكارستي في منطقة الدراسة التي تعمل على تكوين الظاهرة وتطورها.

٩- الكاربونات والبيكاربونات

مصدر الايونين في المياه الجوفية هو الصخور الجيرية، ومياه الامطار الحاوية على غاز ثنائي اوكسيد الكاربون، تخلو المياه المحللة عن ايون الكاربونات، وذلك لتحوله إلى البيكاربونات عندما يكون الأس الهيدروجيني اقل من (٨،٢)، وقد اثبتت التحاليل ان اعلى قيمة له (٧،٣)، وتتم عملية التحول وفق المعادلة الاتية:

$$H_2O + CO_2 \underset{}{\overset{PH<8.2}{\rightleftharpoons}} HCO_3$$

تراوحت تراكيز ايون البيكاربونات بين (٥٦-١٤٠ملغم /لتر) ويعود مصدره الى ذوبان الصخور الجيرية المنتشرة ضمن تكوين الفتحة،إن عملية الذوبان هذه تعطينا دلالة اخرى لنشاط عملية الكارست،وتكوين ظاهرة المطالع والمداخل.

١٠- الكلوريد

تعد صخور المتبخرات الحاوية على معدن الهالايت من المصادر الرئيسة للايون، وقد لا يلحظ ضمن التتابعات الصخرية لقابليتها العالية للذوبان،ويزيد السماد البوتاسي والعلف الحيواني ومياه الري من تركيز الايون، ويتراوح بين (٢٣-١٧٨ملغم/لتر) في المياه التي تم تحليلها.

خامساً :- سرعة التحلل الكارستي:

ان سرعة التحلل الكارستي نتيجة مباشرة لذوبان الصخور بسبب تضافر مجموعة من العوامل التي تتفاعل فيما بينها، وقد تم الاعتماد على معادلة كوربل (J.Corbel) لعام ١٩٥٧ لتحديد سرعة التحلل الكارستي في الصخور الكلسية في منطقة الدراسة وكما يأتي[١٥]:

$$V=4Et/100$$

اذ ان:

V: سرعة التحلل الكارستي مقدرة بالمليمتر/١٠٠٠سنة.

E: معدل التساقط السنوي الصافي مقدرا بالديسمتر (دسم).

t: المتوسط السنوي للمحتوى الكاربوناتي للمياه (ملغم/لتر) لايونات الصوديوم والكالسيوم[**].

ويتم استخراج معدل التساقط السنوي الصافي من خلال المعادلة الاتية:

$$E=P-Er$$

P : معدل التساقط السنوي بالمليمتر.

Er:معدل التبخر/النتح بالمليمتر.

$$E=161.5-120.7=40.8mm$$

وقد بلغ معدل التساقط السنوي الصافي والمتمثل بالفائض المائي لأشهر الشتاء (كانون الأول،كانون الثاني،شباط) من خلال تطبيق المعادلة اعلاه (٤٠،٨مليمتر) أي ما يعادل (٠،٤٠٨ دسم).

وقد تم تطبيق معادلة كوربل لاستخراج سرعة التحلل الكارستي لكل (١٠٠٠) سنة في مواقع ظاهرة المطالع والمداخل وكانت النتائج كالآتي:

١- موقع تل مطر السفلى : V=4*0.408*125/100=2.04

٢- موقع عين طلاوي ١ : V=4*0.408*527/100=8.6

٣- موقع عين طلاوي٢ : V=4*0.408*652/100=10,6

٤- موقع الشرائع الشمالي: V=4*0.408*1285/100=20,9

بلغ معدل سرعة التحلل للمواقع الأربعة (10,52ملم/١٠٠٠سنة)،وهذا المعدل يمثل سماكة شريحة الصخر الكلسي التي يزيلها النشاط الكارستي نتيجة تحللها بعملية الذوبان،ويعادل 4,4% من التحلل في منطقة ميركوز شمالي فرنسا ذات التهطالات الثلجية المهمة والتي تصل سعة التحلل الكارستي فيها إلى ٢٤٠ ملم/ ١٠٠٠سنة.

إن سيادة الصخور الجبسية وانتشارها على نطاق وسمك أوسع من الصخور الكلسية فرضت معرفة سرعة تحللها على غرار الصخور الكلسية،وقد سبق الذكر ان الصخور الجبسية لها القابلية على الذوبان بوتيرة أسرع من الصخور الكلسية بمقدار (١٥٠-٧٥٠٠مرة)،لذا فان معدل سرعة التحلل الكارستي في الصخور الجبسية في منطقة الدراسة بلغ (٤،٣٣٦متر/١٠٠٠سنة)، على اعتبار الحد الأدنى من نسبة ذوبان الجبس إلى الكلس مما يعني وجود نشاط كارستي كبير في منطقة الدراسة وكما يتضح من الصورة (٢) ضمن مواقع ظاهرة المطالع والمداخل.

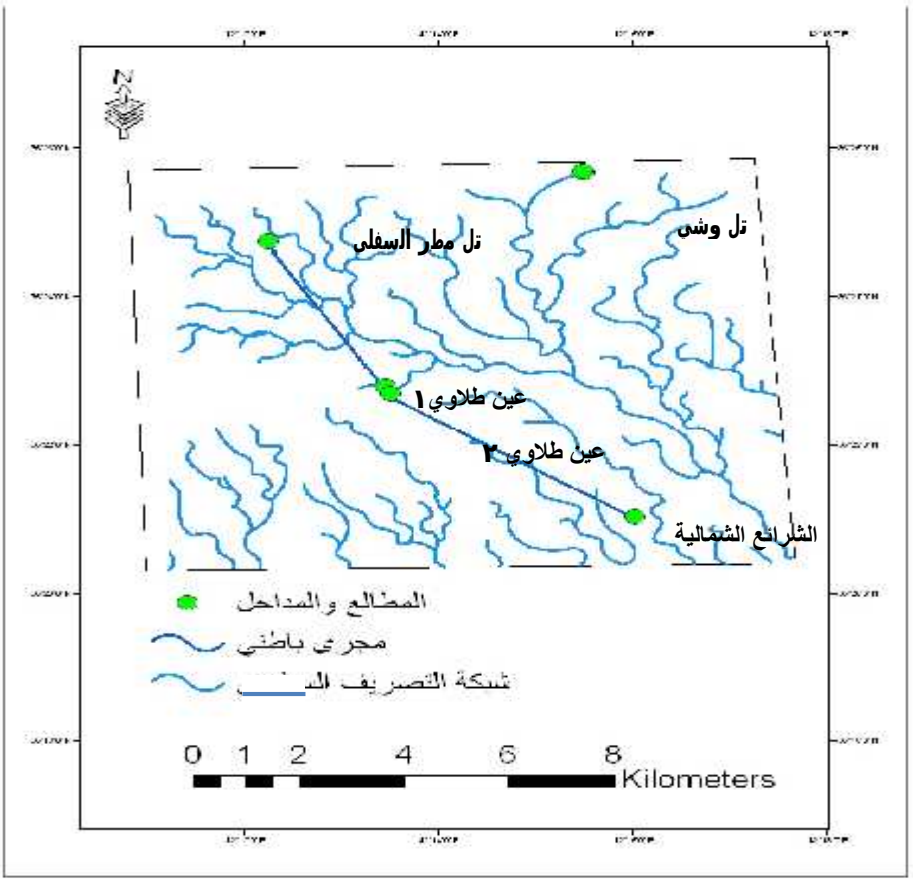
سادساً :- الدلالات الجيومورفية للظاهرة

تم استخدام نشارة الخشب للاستدلال على اتصال المطالع والمداخل الكارستية للمواقع المختلفة(***)، وأظهرت الدراسة من خلال العمل الحقلي وباستخدام نشارة الخشب وجود اتصال بين مواقع الظاهرة ولمسافة تصل إلى أكثر من (٩كيلومترات) على شكل مجرى مائي باطني، ان حركة نشارة الخشب بحرية عبر هذا المجرى الباطني الطويل تدل على كبر القناة التي تجري فيها المياه نتيجة عملية الذوبان وان سريانها ليست عبر المسامات الأولية للصخور. إن مقارنة حركة المياه السطحية مع المجرى الباطني وكما يتضح من الخارطة (٥) يتبين توافقهما وتطابقهما تقريبا مما يعني ان حركة المياه تتبع ميل الطبقات من خلال مناطق الضعف الصخري التي تتوسع بمرور الزمن اثر العمليات الجيومورفية وبخاصة عملية الذوبان.

الصورة (٢) ظاهرة المدخل في قرية تل مطر

المصدر: عدسة الباحث بتاريخ ١٠ /٢٠١٨/١

الخارطة (٥) شبكة التصريف السطحي والمجرى الباطني في المنطقة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARCGIS10.5،واعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي ٣٠ متر.

يتبين من الجزء المكشوف (السطحي) للمجرى الباطني مابين المطالع والمداخل انه ناتج من عملية الذوبان التي تعمل على ترقيق سطح القناة الباطني وبمساعدة عوامل التعرية الخارجية وأهمها مياه الأمطار تزال سطح القناة الباطنية المتكون من ترسبات جيولوجية حديثة وهشة تسهل جرفها بشكل تدريجي ويتحول المجرى إلى سطحي، لذا لا يتم العثور كتل صخرية كبيرة أو حتى مفتتات صخرية صغيرة على المجرى المكشوف مما يدل على عدم وجود انهيار في سقف المجرى ومما يعزز هذا الاعتقاد الانحدار التدريجي للجوانب المكشوفة السطحية من المجرى المائي .

الاستنتاجات :

١- التكوينات الجيولوجية وطبيعة الصخور الجبسية والكلسية، وخصائصها المتمثلة في زيادة قابليتها للذوبان ووجود أنظمة متنوعة للشقوق والفواصل لعبت دورا مهما في تكوين ظاهرة المطالع والمداخل الكارستية.

٢- الظروف المناخية ولا سيما عنصر الأمطار أثناء فصل التساقط فضلا عن الطبوغرافيا والانحدار ساهمت بشكل فعال في تطوير الظاهرة.

٣- اثبت التحليل الكمي وباستخدام المعادلات الرياضية استمرار نشاط التحلل الكارستي وبوتيرة سريعة،إذ إن المطالع والمداخل في تطور وتوسع مستمر نتيجة نشاط عملية الإذابة.

٤- بلغت سرعة التحلل الكارستي في الصخور الجبسية ٤٣٣٦،١ ملم/ ١٠٠٠ سنة، في حين بلغت السرعة في الصخور الكلسية ٢٨،٩ملم/ ١٠٠٠سنة تبعا لمدى استجابة كلا النوعين للذوبان ضمن الظروف البيئية في منطقة الدراسة.

٥- ارتفاع نسبة الكاتيونات والانيونات في مياه القناة للظاهرة وتصدرت قيمة الكبريتات لجميع الانيونات وبلغت ٣٠٠٠ ملغم / لتر،بينما شغل الكالسيوم صدارة الكاتيونات وبقيمة بلغت ٦١٢ ملغم / لتر وهذه القيم انعكاس للطبيعة الجيولوجية والصخرية والأحوال المناخية للمنطقة.

٦- اثبت المسح الميداني والعمل الحقلي فعالية في الكشف عن الظاهرة عبرة منطقة ممتدة لكيلومترات عدة في منطقة الدراسة من خلال استخدام نشارة الخشب.

التوصيات:

١- ضرورة إجراء دراسات مستفيضة للكشف عن هذه الظاهرة لأهميتها الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

٢- العمل على استثمار المياه التي تتدفق من المطالع في المجالات الزراعية وسقي الحيوانات والحفاظ عليها من التلوث.

٣- الاهتمام بالمستوطنات القريبة من هذه الظاهرة وتطويرها،إذ ارتبطت إقامة هذه المستوطنات بظاهرة المطالع والمداخل.

٤- الحد من الحفر العشوائي للآبار بالقرب من تواجد الظاهرة لضمان استمرارية تدفق مياه المطالع.

الهوامش

* يرجع أصل تسمية هذه الظاهرة إلى السكان المحليين من التركمان الذين يطلقون عليها اسم (Batar Cikar) اي خروج المياه واختفائها،ولم يتسن للباحث إيجاد اسم للظاهرة باللغة العربية ويعزى ذلك إلى ندرة انتشار هذه الظاهرة وعدم دراستها سابقا، لذا ارتأى إلى ترجمتها من اللغة التركمانية إلى العربية باسم (المطالع والمداخل).

(١)اسباهية يونس المحسن،الجيومورفولوجيا- أشكال سطح الأرض، ط١، جامعة الموصل، ٢٠١٣، ص٦٥.

(2) Stam Marin,E.D,(1999),GIS Solution in Natural Resource Management, Tenwable Natural Resource Foundation and National Academy of Sciences - National Research Council, Washington.p.88.

(3) Michael A.S. (1987) ,"Global Geomorphology" .Longman. London. p.132.

(4) Nico G, David D., "Methods in Karst Hydrogeology". Taylor & Francis Group , London, UK (2007).p.218.

(5) Richard J.H, (2003), Fundamentals of Geomorphology, Routledge, London, 1rst Ed .p.137 .

(6) Richard J.H.op.cit, p.145.

(٧)جبرائيل ، انطوانيت شمعون ، استخدام التحسس النائي في دراسة ظاهرة الكارست في منطقة الموصل ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، مركز التحسس النائي ، جامعة الموصل ، ١٩٩٠ .ص٥٦.

(8) Erich.S,(2002),Physical geology, Earlham College. http://www. dep. state. fl.us/geology/geologictopics/sinkhole.htm. p1.

(9) Waltham A.C & Fookes P.G, (2003), Engineering Classification of Karst ground Conditions, Quarterly Journal of Engineering Geology and hydrology, Vol.36, pp. 101-188 . www.speleogenesis.info

(10) Derek F,Paul W. (2007)," Karst Hydrogeology and Geomorphology". John Wliey & Sons,Ltd.England,p.99 .

(١١) امين طربوش وفانتنة ياسين الشعال ، اسس الجيولوجيا العامة ، جامعة دمشق ، دمشق ، ١٩٩٥ ، ص١٧٦ .

(12) Arthur L.Bloom , (1998) , Geomorphology : Asystematic Analysis of Late Cenozoic Landforms , Printice-Hall , New Jersy, U.S.A, 3ed , P.148 .

(13) Peter .S, Ken Addison & Ken Atkinso , (2002) , Foundamentals of the physical Environment , Gutenberg Press Ltd , London , 3ed , P.267.

(14) Todd D.K. & Larry W.M,(2005). "Groundwater Hydrology".3edED.John Wiley & Sons.inc.p.78.

(١٥) فاتنة ياسين الشعال، الخصائص الهيدروكيميائية لنبع معلولا ودلائلها الجيومورفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد٢٥، العدد الأول والثاني،٢٠٠٩،ص٥٦.

** تم استخراج المتوسط السنوي للمحتوى الكاربوناتي من خلال اخذ عدة قيم لايوني الصوديوم والكالسيوم بعد اخذ اربع عينات مائية من المطالع والمداخل وتحليلها مختبريا في فترات زمنية مختلفة وحساب المتوسط الحسابي لقيم العينات المائية.

*** استخدام نشارة الخشب بدلا من الاصباغ الملونة للتأكد من وجود مجرى مائي باطني واسع الامر الذي لايمكن التاكد منه في حالة استخدام الاصباغ التي تتسرب حتى من المسامات الاولية.

Hydrogeomorphic indications of the phenomenon of ascents and entrances, west of Tal Afar region

Teacher Dr. Ahmed Hussein Hussein

Talafar Education Directorate

Abstract

The Outlets and Entrances Phenomenon Consider Unique and Rarity Karstic Phenomenon, Especially in arid and semi arid area. Concluded studies Factors and Processes answerable from growth and Developm-ent this Phenomenon. To Derive from Initially Geologic factors, Climatic Situation and Topographic relief, as well as Studies Signifi-cances Hydrochimical and Geomorphic by Surveying and Laboratory Using Precious Mathematical Methods.The Studying to reach Specifi-cation Underground Stream and Connection Entrances with Outlets each other Distance more (9km), by Using Sawyer as concluded Specification speed activity of Karstic Dissolution which to reach average in Calcite rocks (28.9mm/1000years), While to reach (4336.1mm /1000 years) in Gypsum rocks, There by its to mach Parallel in Typical Karstic area in a world. As to be rise values anions and cations such as Calcium cations to reach(612mg/L) also Sulfer to reach (3000 mg/L)**.**